

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□□—201□

玻璃制造业污染防治可行技术指南

**Guideline for available techniques of pollution prevention and control for glass
manufacturing industry**

(征求意见稿)

201□-□□-□□发布

201□-□□-□□实施

生 态 环 境 部

发 布

目 次

前 言.....	7
1 适用范围.....	8
2 规范性引用文件.....	8
3 术语和定义.....	8
4 行业生产与污染物的产生.....	9
5 污染防治可行技术.....	10
6 污染防治先进可行技术.....	20
附 录 A（资料性附录） 玻璃生产工艺流程及主要产污节点.....	22
附 录 B（资料性附录） 玻璃熔化工序产生的大气污染物初始浓度.....	23
附 录 C（资料性附录） 平板玻璃熔化工序大气污染治理技术路线.....	24

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》和《中华人民共和国水污染防治法》等法律，落实《国务院办公厅关于印发控制污染物排放许可制实施方案的通知》（国办发〔2016〕81号），建立基于排放标准的可行技术体系，防治环境污染，改善环境质量，推动玻璃制造业污染防治技术进步，制定本标准。

本标准规定了玻璃制造业的废气、废水、固体废物和噪声污染防治可行技术。

本标准首次发布。

本标准的附录 A~附录 C 为资料性附录。

本标准由生态环境部组织制订。

本标准主要起草单位：中国建材检验认证集团股份有限公司、武汉理工大学、中国建材检验认证集团秦皇岛有限公司、建筑材料工业技术情报研究所、北京市环境保护科学研究院、环境保护部环境工程评估中心。

本标准由生态环境部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

玻璃制造业污染防治可行技术指南

1 适用范围

本标准规定了平板玻璃和平板显示玻璃制造企业的废气、废水、固体废物和噪声污染防治可行技术，并规定了平板玻璃制造企业的污染防治先进可行技术。

本标准适用于指导平板玻璃和平板显示玻璃制造企业的污染排放许可管理，也可作为建设项目环境影响评价、污染物排放标准制定与实施、污染防治技术选择的依据。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 8978 污水综合排放标准

GB 18597 危险废物贮存污染控制标准

GB 26453 平板玻璃工业大气污染物排放标准

GB 29495 电子玻璃工业大气污染物排放标准

《国家危险废物名录》（环境保护部令 第39号）

《危险废物转移联单管理办法》（国家环境保护总局令 第5号）

《关于发布<高污染燃料目录>的通知》（国环规大气〔2017〕2号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 平板玻璃 flat glass

用浮法或压延法生产的板状硅酸盐玻璃（含电子玻璃工业太阳能电池玻璃）。

3.2 在线镀膜 on-line coating process

浮法生产平板玻璃过程中，在锡槽或退火窑A0区，通过物理或化学方法，在玻璃表面涂覆一层或多层金属、金属化合物或非金属化合物薄膜的过程。

3.3 平板显示玻璃 flat panel display (FPD) glass

用浮法或溢流法生产的用于制造液晶显示器、等离子体显示器和有机发光显示器等平板显示器件的基板玻璃、防护（触摸）玻璃及其他玻璃部件。

3.4 污染防治可行技术 available techniques of pollution prevention and control

根据我国一定时期内环境需求和经济水平，在玻璃制造业污染防治过程中综合采用污染预防技术、污染治理技术和环境管理措施，使污染物排放稳定达到国家污染物排放标准、规模应用的技术。

3.5 污染防治先进可行技术 advanced available techniques of pollution prevention and control

玻璃制造业污染防治可行技术中至少使一项主要污染物的排放稳定低于国家污染物排放标准限值70%的技术。

3.6 标准状态 standard condition

温度为273.15 K，压力为101325 Pa时的状态。本标准涉及的大气污染物浓度，如无特别说明，均以标准状态下的干烟气、氧含量8%为基准。

4 行业生产与污染物的产生

4.1 生产工艺

4.1.1 平板玻璃及浮法生产平板显示玻璃的工艺过程主要包括配料、熔化、成形、退火和切裁包装等5个工序。溢流法生产平板显示玻璃的工艺过程还包括清洗和研磨工序。各生产工艺流程见附录A。

4.1.2 平板玻璃及浮法生产平板显示玻璃的主要原料和辅料包括石英砂、纯碱、白云石、石灰石和芒硝等；在线镀膜过程所用的原料包括有机锡化合物（含氯）、氟化物；浮法生产平板显示玻璃的主要原料还包括碳酸钾、氧化铝和碳粉等；溢流法生产平板显示玻璃的主要原料和辅料包括石英砂、纯碱、氧化镁、氧化铝、硝酸盐、硼酸、氧化锡等矿物原料和化工原料。

4.1.3 平板玻璃生产所用燃料主要包括天然气、焦炉煤气、煤制气、重油、煤焦油和石油焦；平板显示玻璃生产所用燃料主要为天然气。

4.2 污染物的产生

4.2.1 玻璃制造企业产生的大气污染物主要包括颗粒物、二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）、氯化氢、氟化物、锡及其化合物。其中颗粒物主要产生于配料及熔化两个工序；SO₂和NO_x产生于熔化工序；氯化氢和氟化物主要产生于熔化和在线镀膜两个工序；锡及其化合物主要产生于在线镀膜工序。玻璃熔化工序产生的颗粒物、SO₂和NO_x初始浓度见附录B。

4.2.2 玻璃制造企业产生的废水包括生产废水和生活污水。生产废水主要包括车间冲洗废水、循环冷却系统排污水、软化水制备系统排污水、脱硫废水、含油废水等，溢流法生产平板显示玻璃产生废水还包括清洗、研磨废水。玻璃制造企业产生的水污染物主要包括化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD₅）、悬浮物（SS）、盐类、氨氮和石油类。

4.2.3 玻璃制造企业产生的固体废物主要包括除尘器收集的颗粒物、脱硫副产物、废耐火材料、水处理站污泥、锡渣、碎玻璃和煤气发生炉产生的炉渣。玻璃制造企业产生的危险

废物主要包括废脱硝催化剂、废机油、油罐清理废油渣、失效的水处理用离子交换树脂、煤制气生产过程中产生的煤焦油和废水处理污泥。

4.2.4 玻璃制造企业产生的噪声主要来源于配料工序的物料破碎、筛分、输送和混合设备，熔化、成型和退火工序的风机，余热锅炉和水泵，余热发电汽轮机组，公辅系统的空气压缩机和水泵。

5 污染防治可行技术

5.1 污染预防技术

5.1.1 燃料控制

优先选用天然气、煤制气和焦炉煤气，重点控制石油焦和重油的使用。

5.1.2 全氧燃烧技术

全氧燃烧技术是采用纯度大于90%的氧气替代空气助燃，在提高燃烧效率的同时减少系统中氮气的输入，从而减少NO_x的生成和烟气排放量。

全氧燃烧技术适用于采用天然气等高热值燃料的熔窑，采用该技术可使NO_x初始浓度小于700 mg/m³。

5.2 污染治理技术

5.2.1 大气污染治理技术

5.2.1.1 一般规定

a) 配料工序的颗粒物治理可采取袋式除尘技术或滤筒除尘技术。

b) 熔化工序的颗粒物治理可采取静电除尘技术、湿式电除尘技术或袋式除尘技术。通常在烟气脱硝前采用静电除尘技术，对熔窑烟气进行预处理，在湿法脱硫后采用湿式电除尘技术，在半干法脱硫后采用袋式除尘技术。

c) 熔化工序烟气的脱硫技术包括湿法和半干法两大类。湿法脱硫技术包括石灰石/石灰-石膏法和钠碱法。半干法脱硫技术包括旋转喷雾干燥脱硫技术（SDA技术）、循环流化床烟气脱硫技术（CFB-FGD技术）和新型脱硫除尘一体化技术（NID技术）。

d) 熔化工序烟气的脱硝技术主要为选择性催化还原法（SCR）脱硝技术。

e) 为满足静电除尘器、SCR脱硝反应器和脱硫反应器的工作温度要求，对于平板玻璃和采用浮法生产平板显示玻璃的熔化工序的烟气通常需要进行余热回收利用。

f) 熔化工序大气污染治理可采取的技术路线包括：静电除尘+SCR脱硝+半干法脱硫+袋式除尘、静电除尘+SCR脱硝+湿法脱硫+湿式电除尘、干法脱硫+复合陶瓷滤筒除尘脱硝一体化技术。采用天然气、煤制气和焦炉煤气作为燃料的玻璃熔窑，熔窑烟气脱硝前可不设置静电除尘；对于采用天然气作为燃料的玻璃熔窑，在满足颗粒物和SO₂达标排放的前提下，可不设置余热锅炉下游的脱硫、除尘系统。可行技术路线的流程图见附录C。

g) 平板玻璃熔化过程产生的氯化氢和氟化物可以通过脱硫过程实现协同处置。

h) 当采用浮法生产平板玻璃过程中有在线镀膜工序时,需要对在线镀膜尾气中锡及其化合物、氯化氢、氟化物、颗粒物进行治理。

5.2.1.2 颗粒物治理技术

a) 袋式除尘技术

袋式除尘技术是利用纤维织物对含尘气体进行过滤的技术。在配料工序,袋式除尘器滤料的材质通常为涤纶针刺毡;在熔化工序,袋式除尘器滤料的材质通常为聚四氟乙烯或复合滤料。采用该技术,颗粒物排放浓度可达到 30 mg/m^3 以下。

b) 滤筒除尘技术

滤筒除尘器以滤筒作为过滤元件。含尘气体由进风口进入箱体,由滤筒过滤器进行过滤,颗粒物被阻留在滤筒外表面,已净化的气体通过滤筒进入引风机,由顶部出风口排出。滤筒除尘技术空间利用率高,滤料的使用寿命较长。采用该技术,颗粒物排放浓度可达到 30 mg/m^3 以下。

c) 静电除尘技术

静电除尘技术利用高压电场使烟气中的颗粒物发生电离,荷电颗粒物在电场作用下与气流分离,并被阳极捕获,从而达到除尘的目的。静电除尘技术系统具有阻力较低,耐高温性能好,能够适应玻璃熔窑烟气温度高的特点。通过对烟气进行预收尘处理,可确保SCR脱硝催化剂在较洁净烟气中运行。经过余热利用后,静电除尘器入口烟气温度一般不超过 $400\text{ }^\circ\text{C}$ 。当电场数量不少于2个,除尘效率可达到70%~95%。

d) 湿式电除尘技术

湿式电除尘器的工作原理是利用气体电离使尘粒荷电,在电场力的作用下,荷电的尘粒在电场内迁移并被捕集。采用水喷淋或用适当的方法在集尘极表面形成一层水膜,使沉积在集尘极上的颗粒和水一起流到除尘器的下部后排出。湿式电除尘器不产生二次扬尘,但是需采取防腐措施。采用该技术,颗粒物排放浓度可达到 20 mg/m^3 以下。

5.2.1.3 烟气脱硫技术

a) 石灰石/石灰-石膏法

石灰石/石灰-石膏法是一种以石灰石或石灰作为脱硫吸收剂来吸收烟气中 SO_2 等酸性气体的脱硫技术。该技术具有脱硫效率高、技术成熟度高、运行可靠、脱硫剂价廉易得且利用率高等特点。石灰石/石灰-石膏法对玻璃熔窑的烟气负荷变化具有较强的适应性,当入口烟气 SO_2 浓度低于 4000 mg/m^3 时均可实现达标排放。当喷淋层数为3~5层,钙硫摩尔比为1.03~1.05,液气比为5~12时,出口烟气 SO_2 浓度可达到 $100\sim 150\text{ mg/m}^3$ 。

b) 钠碱法

钠碱法是一种以钠基碱性化合物(氢氧化钠、碳酸钠或碳酸氢钠)作为脱硫剂吸收烟气中的 SO_2 等酸性气体的脱硫技术。该技术具有脱硫剂碱性强、溶解度大、反应活性高、

反应速度快等特点，当入口烟气SO₂浓度低于4000 mg/m³时均可实现达标排放。当喷淋层数为1~3层，钙硫摩尔比小于1.05，液气比为1~4时，出口烟气SO₂浓度可达到100~150 mg/m³。

c) 旋转喷雾干燥脱硫技术 (SDA 技术)

SDA技术的工作原理是以石灰为脱硫剂，制成消石灰乳，消石灰乳在吸收塔内雾化成细小液滴，与烟气中的SO₂发生化学反应生成CaSO₃，从而脱除烟气中的SO₂。该技术对石灰的质量要求较高。当钙硫摩尔比为1.2~1.9，入口烟气SO₂浓度低于2000 mg/m³时，出口烟气SO₂浓度可达到300~450 mg/m³。

d) 烟气循环流化床脱硫技术 (CFB-FGD 技术)

CFB-FGD技术以循环流化床原理为基础，烟气从流化床下部进入吸收塔，与消石灰颗粒充分混合，烟气中的SO₂与消石灰反应，生成CaSO₃·1/2H₂O、CaSO₄·1/2H₂O和CaCO₃。该技术具有流程简单、技术成熟、脱硫剂的利用率高等特点，且对玻璃熔窑因换火造成的烟气成分波动变化具有较好的适应性。当钙硫摩尔比为1.1~1.8，入口烟气SO₂浓度不大于3000 mg/m³时，出口烟气SO₂浓度可达到150~400 mg/m³。

e) 新型脱硫除尘一体化技术 (NID 技术)

NID技术通常采用生石灰为脱硫剂，生石灰在消化器中加水消化成Ca(OH)₂粉末，Ca(OH)₂粉末与从除尘器下来的大量循环灰进入混合器进行增湿混合，然后以流化风为动力进入直烟道反应器中，从而除去烟气中的SO₂等酸性气体分子。该技术具有对脱硫剂品质要求不高、系统简单等特点，且对玻璃熔窑因换火造成的烟气成分波动变化具有较好的适应性。当钙硫摩尔比为1.1~1.45，入口烟气SO₂浓度不大于4000 mg/m³时，出口烟气SO₂浓度可达到150~400 mg/m³。

5.2.1.4 选择性催化还原法 (SCR) 脱硝技术

SCR脱硝技术是利用还原剂在催化剂作用下有选择性地与烟气中的NO_x发生化学反应生成氮气和水的方法。SCR脱硝技术是玻璃制造业应用最广的一种烟气脱硝技术，结合静电除尘器，可满足各种燃料玻璃窑NO_x长期稳定达标运行。入口烟气温度一般控制为320~400 °C。当反应层层数分别为1+1、2+1和3+1时，其脱硝效率通常分别为50%~60%、75%~85%和80%~95%。

5.2.1.5 干法脱硫+复合陶瓷滤筒除尘脱硝一体化技术

该技术的工作原理是烟气首先进入吸收塔内与脱硫剂（消石灰颗粒）充分混合，完成干法脱硫。经过干法脱硫后的高温烟气与喷入的氨混合后一同进入复合陶瓷滤筒反应器进行除尘和脱硝。复合陶瓷滤筒为中空管式结构，筒壁是由陶瓷纤维复合脱硝催化剂制成的微孔陶瓷，可实现除尘与SCR脱硝两种技术的结合。

当脱硫剂循环使用时，钙硫摩尔比一般为1.5~4；脱硫剂不循环使用时，钙硫摩尔比一般为3~8。

当入口烟气颗粒物浓度低于 2000 mg/m^3 、 SO_2 浓度低于 1000 mg/m^3 、 NO_x 浓度低于 4000 mg/m^3 时，出口颗粒物浓度可达到 20 mg/m^3 以下、 SO_2 浓度可达到 $150\sim 200\text{ mg/m}^3$ 、 NO_x 浓度可达到 $300\sim 450\text{ mg/m}^3$ 。

5.2.1.6 在线镀膜尾气治理技术

a) 一般规定

在线镀膜尾气中的锡及其化合物通常采用冷凝法或焚烧法处理。氯化氢和氟化物通常采用碱液吸收处理。颗粒物通常采用水喷淋、碱液喷淋或袋式除尘技术处理。

b) 锡及其化合物治理技术

冷凝法是将尾气中的锡及其化合物冷凝为液体，冷凝液回收提纯后再利用的治理技术。该技术镀膜原料的利用率高，回收的镀膜原料可以循环利用。

焚烧法是将尾气在热氧化炉中进行焚烧处理，锡及其化合物转化为锡的氧化物的治理技术。焚烧后的废气宜经过锅炉热交换进行余热利用。

c) 颗粒物的治理技术

采用冷凝法处理锡及其化合物时，可采用水喷淋、碱液喷淋协同处理烟气中的颗粒物；采用焚烧法处理锡及其化合物时，可采用袋式除尘技术处理烟气中的颗粒物。

d) 氯化氢和氟化物的碱液吸收法

烟气中的氯化氢和氟化物可通过碱液进行吸收，通过酸碱中和反应去除。

5.2.2 水污染治理技术

a) 车间冲洗废水通常采用酸碱中和、絮凝、沉淀进行处理后回用或排放。

b) 含油废水通常采用隔油、混凝、气浮法处理后回用或排放。

c) 循环冷却系统和软水制备系统的排污水通常可采用混凝、沉淀、过滤进行处理，也可根据厂区回用水质的需求将过滤工序替换为反渗透或超滤等深度处理工艺。

d) 湿法脱硫产生的脱硫废水通常采用酸碱中和、絮凝、沉淀、澄清浓缩和吹脱法处理，处理后的清水回收利用，污泥经脱水后运出处置。

e) 采用溢流法生产平板显示玻璃过程中产生的清洗、研磨废水通常采用酸碱中和、絮凝、沉淀处理后回用或排放。

f) 生活污水可生化性能较好，宜采用生化处理技术，或经预处理后排入市政污水处理厂。生化处理技术包括厌氧-好氧法(A/O)+膜生物反应器(MBR)、序批式活性污泥法(SBR)和生物接触氧化法。

5.2.3 固体废物综合利用和处置技术

5.2.3.1 资源化利用技术

a) 配料工序的除尘灰中各种物料配比固定的，可直接回用；配比不固定的，可作为制砖的原料进行综合利用。

- b) 熔化工序烟气的除尘灰可根据其成分情况回收利用。
- c) 脱硫石膏可用做水泥缓凝剂或制作石膏板，也可以用于生产石膏粉料、石膏砌块、回填矿井、改良土壤等。
- d) 半干法脱硫产生的灰渣可用于筑路和制砖。
- e) 碎玻璃可作为玻璃生产原料、玻璃瓷砖生产配料、泡沫玻璃砖生产配料等。
- f) 玻璃成型锡槽中产生的锡渣、废耐火材料、袋式除尘器废滤袋和煤气发生炉炉渣均可由生产厂家回收后综合利用。

5.2.3.2 危险废物安全处置措施

玻璃生产企业设备维修时产生的废机油、油罐清理过程产生的废油渣、软水制备设施产生的失效的离子交换树脂、废催化剂、煤制气生产过程中产生的煤焦油和废水处理污泥（不包括废水生化处理污泥）等均属于《国家危险废物名录》所列危险废物，应委托有资质的单位进行处置，以满足GB 18597和《危险废物转移联单管理办法》等文件的要求。

5.2.4 噪声治理技术

由振动、摩擦和撞击等引起的机械噪声，通常采取减振、隔声措施，如对设备加装减振垫、隔声罩等；车间内可采取吸声和隔声等降噪措施。对于空气动力性噪声，通常采取安装消声器的措施。

5.3 环境管理措施

5.3.1 环境管理制度

企业应建立健全环境管理台账制度和排污许可证执行报告制度。

5.3.2 无组织排放控制措施

- a) 原料宜采用粉料进厂，并储存于密闭料仓或封闭式建筑物中。硅质原料的均化应在密闭的均化库中进行。碎玻璃、煤炭应储存于储库、堆棚中。
- b) 粉料卸料口应密闭或设置集气罩，并配备除尘设施。
- c) 物料输送应选择密闭式斗式提升机、螺旋输送机等；当选用皮带输送机时应进行有效密闭。
- d) 配料车间产生颗粒物的设备和产尘点应设置集气罩，并配备除尘设施。
- e) 厂区道路应硬化，并保持清洁。

5.3.3 污染治理设施的运行维护

a) 企业应按照相关法律法规、标准和技术规范等要求运行污染治理设施，并定期进行维护和管理，保证治理设施正常运行，污染物排放应符合GB 26453、GB 29495和GB 8978的要求。地方有更严格排放要求的，还应满足地方要求。

b) 企业宜通过建设备用污染治理设施等方式，保证污染治理设施检修等非正常情况下的污染物达标排放。

5.3.4 其他

- a) 不应燃用不符合质量标准的石油焦，且不应掺烧高硫石油焦。
- b) 位于高污染燃料禁燃区内的平板玻璃企业，使用的燃料应符合《关于发布<高污染燃料目录>的通知》的相关要求。

5.4 污染防治可行技术

5.4.1 大气污染防治可行技术

平板玻璃和平板显示玻璃企业大气污染防治可行技术见表1和表2。

表 1 平板玻璃企业大气污染防治可行技术

燃料种类	预防技术	配料工序		熔化工序					在线镀膜工序					
		治理技术	颗粒物排放水平 (mg/m ³)	烟气治理技术	污染物排放水平 (mg/m ³)					尾气治理技术	污染物排放水平 (mg/m ³)			
					颗粒物	SO ₂	NO _x	氯化氢	氟化物		颗粒物	氯化氢	氟化物	锡及其化合物
天然气	—	袋式除尘或滤筒除尘	<30	静电除尘+SCR	30~50	200~400	400~600	<5	<5	—	—	—	—	—
	—			静电除尘+SCR+湿法(石灰石/石灰-石膏法)脱硫+湿式电除尘	10~20	100~150	350~500	<5	<5	—	—	—	—	—
	—			静电除尘+SCR+湿法(钠碱法)脱硫+湿式电除尘	10~20	100~150	350~500	<5	<5	—	—	—	—	—
	—			静电除尘+SCR+半干法(CFB-FGD或NID)脱硫+袋式除尘	20~30	150~200	300~450	<5	<5	—	—	—	—	—
	全氧燃烧			静电除尘+SCR+半干法(CFB-FGD)脱硫+袋式除尘	20~30	150~200	100~200	<5	<5	—	—	—	—	—
	—			静电除尘+SCR+半干法(SDA)脱硫+袋式除尘	20~30	300~400	300~450	<5	<5	—	—	—	—	—
	—			干法脱硫+复合陶瓷滤筒除尘脱硝一体化技术	10~20	150~200	300~450	<5	<5	—	—	—	—	—
	—									焚烧法+袋式除尘+碱液吸收	<30	<30	<5	<5

续表

燃料种类	预防技术	配料工序		熔化工序					在线镀膜工序					
		治理技术	颗粒物排放水平 (mg/m ³)	烟气治理技术	污染物排放水平 (mg/m ³)					尾气治理技术	污染物排放水平 (mg/m ³)			
					颗粒物	SO ₂	NO _x	氯化氢	氟化物		颗粒物	氯化氢	氟化物	锡及其化合物
煤制气或焦炉煤气	—	袋式除尘或滤筒除尘	<30	静电除尘+SCR+湿法(石灰石/石灰-石膏法)脱硫+湿式电除尘	10~20	100~150	300~450	<5	<5	—	—	—	—	—
	—			静电除尘+SCR+湿法(钠碱法)脱硫+湿式电除尘	10~20	100~150	300~450	<5	<5	—	—	—	—	—
	—			静电除尘+SCR+半干法(CFB-FGD或NID)脱硫+袋式除尘	20~30	150~250	300~450	<5	<5	冷凝法+水喷淋吸收+碱液吸收	<30	<30	<5	<5
	—			静电除尘+SCR+半干法(SDA)脱硫+袋式除尘	20~30	350~450	300~450	<5	<5	—	—	—	—	—
	—			静电除尘+SCR+半干法(CFB-FGD或NID)脱硫+袋式除尘	20~30	200~400	400~600	<5	<5	冷凝法+水喷淋吸收+碱液吸收	<30	<30	<5	<5
	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
重油、煤焦油或石油焦	—	—	—	静电除尘+SCR+半干法(CFB-FGD或NID)脱硫+袋式除尘	20~30	200~400	400~600	<5	<5	冷凝法+水喷淋吸收+碱液吸收	<30	<30	<5	<5

注 1: 熔窑烟气进入 SCR 脱硝设备和脱硫设备前通常设有余热利用设备。
 注 2: 表中“+”代表废气治理技术组合。
 注 3: 采用天然气、煤制气或焦炉煤气作为燃料, 熔化工序烟气治理可行技术中静电除尘为可选项。
 注 4: 以天然气为燃料并采用全氧燃烧技术, 仅适用于压延法平板玻璃企业; 全氧燃烧技术对应的污染物排放浓度为基准排气量条件下的排放浓度。

表 2 平板显示玻璃企业大气污染防治可行技术

燃料种类	预防技术	配料工序		熔化工序					
		治理技术	颗粒物排放水平 (mg/m ³)	烟气治理技术	污染物排放水平 (mg/m ³)				
					颗粒物	SO ₂	NO _x	氯化氢	氟化物
天然气	全氧燃烧	袋式除尘或滤筒除尘	<30	袋式除尘	<20	<400	<700	<5	<5
	—		<30	静电除尘+SCR	<50	<400	400~600	<5	<5

注 1: 平板显示玻璃企业 SO₂ 排放控制要求进一步提高, 需要采取烟气 SO₂ 治理技术。
 注 2: 表中“+”代表废气治理技术组合。
 注 3: 全氧燃烧技术对应的污染物排放浓度为基准排气量条件下的排放浓度。

5.4.2 废水处理与回用可行技术

玻璃制造企业根据其排放的废水种类，可选择以下相应的可行技术，有针对性地对不同种类废水进行分类处理。污水处理与回用可行技术见表3~表5。

表 3 采用半干法、干法脱硫的平板玻璃企业废水处理与回用可行技术

废水种类	生产废水			生活污水
	车间冲洗废水	含油废水	循环冷却水及软水制备系统排污水	
主要污染因子	pH、SS、盐类	石油类、SS	SS、COD、盐类	BOD ₅ 、COD、SS、氨氮、动植物油、总磷
可行技术1	中和+絮凝+沉淀	隔油+混凝+气浮	混凝+沉淀+过滤或反渗透	预处理（化粪池）后排入市政污水处理厂
可行技术2				生化处理（A/O+MBR、SBR、生物接触氧化法）
注：适用于采用半干法、干法脱硫的平板玻璃及浮法生产平板显示玻璃企业。				

表 4 采用湿法脱硫的平板玻璃企业废水处理与回用可行技术

废水种类	生产废水				生活污水
	车间冲洗废水	含油废水	循环冷却水及软水制备系统排污水	脱硫废水	
主要污染因子	pH、SS、盐类	石油类、SS	SS、COD、盐类	pH、SS、COD、氨氮、重金属	BOD ₅ 、COD、SS、氨氮、动植物油、总磷
可行技术1	中和+絮凝+沉淀	隔油+混凝+气浮	混凝+沉淀+过滤或反渗透	中和+絮凝+沉淀+澄清浓缩+吹脱法	预处理（化粪池）后排入市政污水处理厂
可行技术2					生化处理（A/O+MBR、SBR、生物接触氧化法）
注：适用于采用湿法脱硫的平板玻璃企业。					

表 5 溢流法生产平板显示玻璃企业废水处理与回用可行技术

废水种类	生产废水			生活污水
	车间冲洗废水及清洗、研磨废水	含油废水	循环冷却水及软水制备系统排污水	
主要污染因子	pH、SS、盐类	石油类、SS	SS、COD、盐类	BOD ₅ 、COD、SS、氨氮、动植物油、总磷
可行技术1	中和+絮凝+沉淀	隔油+混凝+气浮	混凝+沉淀+过滤或反渗透	预处理（化粪池）后排入市政污水处理厂
可行技术2				生化处理（A/O+MBR、SBR、生物接触氧化法）
注：适用于溢流法生产平板显示玻璃企业。				

5.4.3 固体废物污染治理可行技术

固体废物污染治理可行技术见表6。

表 6 固体废物污染治理可行技术

固废种类	一般固废	危险废物			
		常见危险废物	以煤制气为燃料企业的特有危险废物	以重油为燃料企业的特有危险废物	采用SCR脱硝技术企业的特有危险废物
	除尘灰、脱硫固废、碎玻璃、废耐火材料、锡渣、煤气发生炉炉渣等	失效离子交换树脂、废机油	煤制气生产过程中产生的煤焦油和废水处理污泥	油罐清理废油渣	废催化剂
可行技术	资源化利用技术	委托有资质的单位处理			

5.4.4 噪声治理可行技术

噪声治理可行技术见表7。

表 7 噪声治理可行技术及效果

分类	噪声源	噪声源声级水平 dB(A)	可行技术	效果
原料系统	混合机	75~90	厂房隔声 阻尼减振	降噪量 10 dB(A)~20dB(A) 降噪量 10 dB(A)~20dB(A)
熔化工序	助燃风机 冷却风机	75~95	减振处理 消声器	降噪量 10 dB(A)~20dB(A) 消声量 12 dB(A)~25dB(A)
成型与退火工序	冷却风机	75~95	减振处理 消声器	降噪量 10 dB(A)~20dB(A) 消声量 12 dB(A)~25dB(A)
辅助生产系统	氮氢站（空压机）	95~115	隔声罩 消声器	降噪量 15dB(A)~35(A) 消声量 12dB(A)~25(A)
	余热发电系统（余热锅炉和发电机）	80~105	隔声罩 吸声处理	降噪量 10 dB(A)~20dB(A) 降噪量 10 dB(A)~20dB(A)
	空压机	85~100	厂房隔声 隔声罩	降噪量 10 dB(A)~20dB(A) 降噪量 10 dB(A)~20dB(A)
公共工程	供水系统（补给水泵和循环水泵）、供气系统（空压机）	80~95	隔声间 减振处理 消声器	降噪量 15dB(A)~35(A)

6 污染防治先进可行技术

平板玻璃企业大气污染防治先进可行技术见表8。

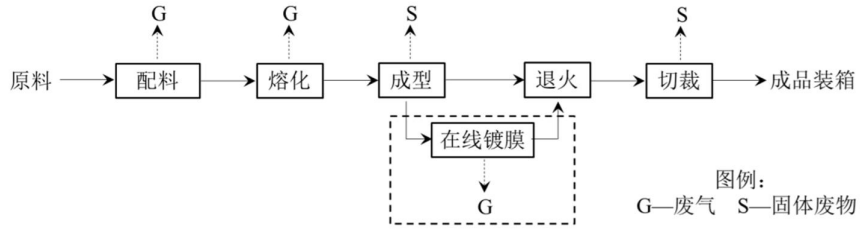
表 8 平板玻璃企业大气污染防治先进可行技术

燃料种类	预防技术	配料工序		熔化工序					在线镀膜工序					
		治理技术	颗粒物排放水平 (mg/m ³)	烟气治理技术	污染物排放水平 (mg/m ³)					尾气治理技术	污染物排放水平 (mg/m ³)			
					颗粒物	SO ₂	NO _x	氯化氢	氟化物		颗粒物	氯化氢	氟化物	锡及其化合物
天然气	全氧燃烧	袋式除尘或滤筒除尘	<30	静电除尘+SCR+半干法 (CFB-FGD) 脱硫+袋式除尘	20~30	150~200	100~200	<5	<5	—	—	—	—	—
	—			干法脱硫+复合陶瓷滤筒除尘脱硝一体化技术	10~20	150~200	300~450	<5	<5	—	—	—	—	—
	—			静电除尘+SCR+半干法 (CFB-FGD 或 NID) 脱硫+袋式除尘	20~30	150~200	300~450	<5	<5	—	—	—	—	—
煤制气或焦炉煤气	—			静电除尘+SCR+半干法 (CFB-FGD 或 NID) 脱硫+袋式除尘	20~30	150~250	300~450	<5	<5	—	—	—	—	—
<p>注 1: 熔窑烟气进入 SCR 脱硝设备和脱硫设备前通常设有余热利用设备。</p> <p>注 2: 表中“+”代表废气治理技术组合。</p> <p>注 3: 采用天然气、煤制气或焦炉煤气作为燃料, 熔化工序烟气治理可行技术中静电除尘为可选项。</p> <p>注 4: 以天然气为燃料并采用全氧燃烧技术, 仅适用于压延法平板玻璃企业; 全氧燃烧技术对应的污染物排放浓度为基准排气量条件下的排放浓度。</p>														

附录 A
(资料性附录)

玻璃生产工艺流程及主要产污节点

平板玻璃及浮法生产平板显示玻璃工艺流程及污染物产生节点见图A-1，溢流法生产平板显示玻璃工艺流程及污染物产生节点见图A-2。



注：图中在线镀膜工序的虚线方框代表可选的过程，即只有生产在线镀膜玻璃才有这个工序。

图 A-1 平板玻璃及浮法生产平板显示玻璃工艺流程及污染物产生节点

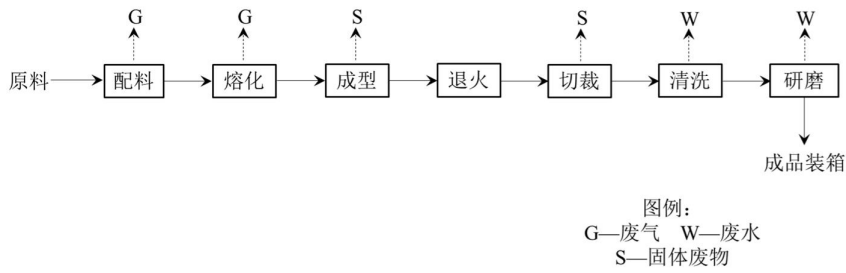


图 A-2 溢流法生产平板显示玻璃工艺流程及污染物产生节点

附录 B
(资料性附录)

玻璃熔化工序产生的大气污染物初始浓度

不同燃料的玻璃熔窑中熔化工序产生的颗粒物、SO₂和NO_x初始浓度见表B-1。

表 B-1 玻璃熔化工序产生的大气污染物初始浓度

单位: mg/m³

产品种类	燃料	颗粒物初始排放浓度	SO ₂ 初始排放浓度	NO _x 初始排放浓度
平板玻璃	天然气	300~400	200~400	3000~4000
	煤制气、焦炉煤气	300~500	600~2000	2500~3000
	重油、煤焦油	500~800	800~3500	1200~2800
	石油焦	800~1000	1500~4000	1500~2800
平板显示玻璃	天然气(空气燃烧)	100~300	200~400	3000~4000
	天然气(全氧燃烧)	50~100	200~400	500~700

注：全氧燃烧技术对应的大气污染物排放浓度为基准排气量条件下的排放浓度。

附录 C
(资料性附录)

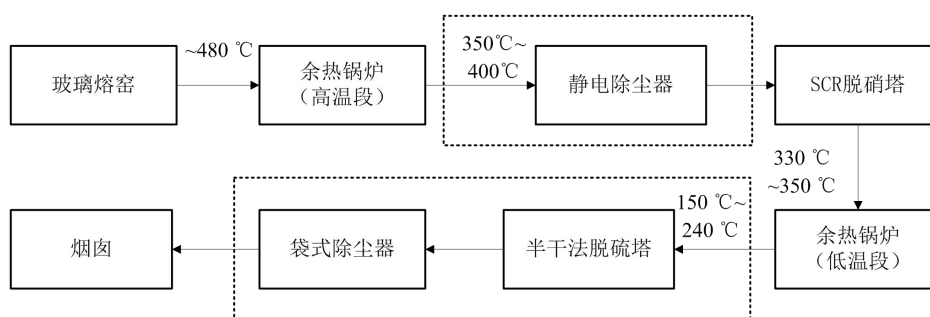
平板玻璃熔化工序大气污染治理技术路线

平板玻璃熔化工序大气污染治理可采取的技术路线包括三种：静电除尘+SCR脱硝+半干法脱硫+袋式除尘、静电除尘+SCR脱硝+湿法脱硫+湿式电除尘、干法脱硫+复合陶瓷滤筒除尘脱硝一体化技术。采用天然气、煤制气和焦炉煤气作为燃料的玻璃窑，熔窑烟气脱硝前可不设置静电除尘；对于采用天然气作为燃料的玻璃熔窑，满足颗粒物和SO₂达标排放的前提下，可不设置余热锅炉后的脱硫除尘系统。

图C-1所示为静电除尘+SCR脱硝+半干法脱硫+袋式除尘技术路线流程图。

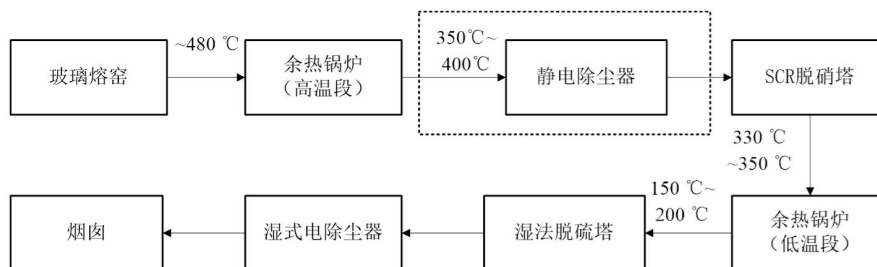
图C-2所示为静电除尘+SCR脱硝+湿法脱硫+湿式电除尘技术路线流程图。

图C-3所示为干法脱硫+复合陶瓷滤筒除尘脱硝一体化技术路线流程图。



注：图中虚线方框代表可选的过程。

图 C-1 静电除尘+SCR 脱硝+半干法脱硫+袋式除尘技术路线流程图



注：图中虚线方框代表可选的过程。

图 C-2 静电除尘+SCR 脱硝+湿法脱硫+湿式电除尘技术路线流程图

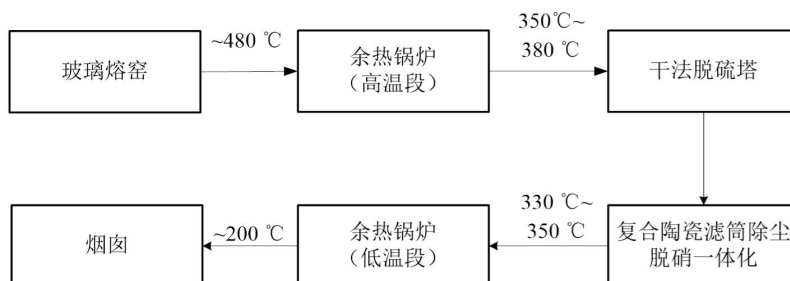


图 C-3 干法脱硫+复合陶瓷滤筒除尘脱硝一体化技术路线流程图